



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FAKULTÄT
FÜR MATHEMATIK, INFORMATIK
UND NATURWISSENSCHAFTEN

Bachelorstudiengang Chemie

Modulhandbuch

Gültig ab WS 2021/2022

Stand: 01.07.2022

Übersicht über die Module

Modulbeschreibungen: Pflichtmodule.....	1
Grundlagen der Allgemeinen Chemie	1
Grundlagen der Allgemeinen Chemie - Praktikumsmodul	3
Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie	5
Mathematik I.....	7
Physik für Chemiker*innen	8
Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik	10
Mathematik II.....	12
Organische Chemie I	13
Anorganische Chemie I.....	15
Organische Chemie II	17
Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie	19
Einführung in die Biochemie.....	21
Anorganische Chemie II.....	23
Grundpraktikum in Anorganischer und Analytischer Chemie.....	24
Physikalisch-chemische Praktika	26
Grundpraktikum in Organischer Chemie.....	27
Theoretische Chemie.....	29
Organische Chemie III	30
Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie	32
Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie.....	34
Anorganische Chemie III.....	36
Rechtskunde und Toxikologie.....	37
Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie.....	39
Integriertes Synthesepraktikum in Anorganischer und Organischer Chemie	41
Bachelorarbeit.....	43
Modulbeschreibungen: Wahlpflichtmodule.....	45
Biochemie.....	45
Makromolekulare Chemie	47
Technische Chemie	49
Computerchemie	51
Analytische Chemie	53

Allgemeine Informationen und Abkürzungsverzeichnis

Aufbau einer Modulbeschreibung

Modultitel	Name des Moduls				
Modulnummer/-kürzel	CHE ...				
Verwendbarkeit	Beispiel: M.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine oder Modul XXX oder Kenntnisse von YYY Empfohlen: keine oder Modul XXX oder Kenntnisse von YYY				
Modulverantwortliche(r)					
Sprache	Hier wird die Sprache des Modulangebots festgelegt				
Qualifikationsziele	<p>Leitfrage: Welche Qualifikationsziele sollen Studierende nach erfolgreichem Abschluss des Moduls erreicht haben? z. B. im Sinne von:</p> <p>Qualifikationsziele, die Wissen oder Anwenden nachweisen: z.B. definieren/ darstellen/ messen/ berichten/ bewerten von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen</p> <p>Qualifikationsziele, die praktische Fertigkeiten, bei denen Kenntnisse (Wissen) eingesetzt werden, nachweisen: z.B. ausführen, demonstrieren etc.</p> <p>Bsp.: „Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls könne die Studierenden spezialisierte Techniken auswählen und einsetzen/Richtlinien modifizieren/die wesentlichen Beiträge von xy auf dem Gebiet xy zusammenfassen/ etc.“</p>				
Inhalt	Der (Lehr)inhalt sollte die Ziele des Moduls benennen. (Welche fachlichen, methodischen, fachpraktischen und fächerübergreifenden Inhalte sollen vermittelt werden, damit die Modulziele erreicht werden?)				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Veranstaltung 1 (Veranstaltungsform, z.B. V) b) Veranstaltung 2 (Veranstaltungsform, z.B. P)				x SWS Y SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Veranstaltung 1 (Veranstaltungsform b) Veranstaltung 2 <u>Rechengrößenvorschlag für V:</u> $Pr = 1,0 * SWS * 14 \text{ Wochen}$ $Se = (1,5 \text{ bis } 2,0) * SWS * 14 \text{ Wochen}$ $PV = ca. 1,0 * SWS$ <u>Rechengrößenvorschlag für P:</u>	LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)

	$Pr = 1,0 * SWS * 20 \text{ Stunden}$ $Se = (1,5 \text{ bis } 2,0) * SWS * 10 \text{ Stunden}$ $PV = \text{entfällt; im Rahmen von } Se \text{ für}$ Kolloquien etc.				
	Gesamtaufwand				
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine / Regelmäßige Teilnahme am Seminar (Anwesenheitspflicht) Art der Modulprüfung: (z. B.) Klausur, mündliche Prüfung oder Referat, i. d. R. Klausur. Abweichungen werden vor Beginn der Anmeldephase zu den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben. Prüfungssprache: Deutsch				
Dauer	1 oder 2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester oder jedes Sommersemester oder jedes Wintersemester				
Literatur	Angaben zur verwendeten Literatur				

Abkürzungen

FB	Fachbereich
LP	Leistungspunkte (Credit Points)
<i>P</i>	<i>Präsenzzeit</i>
<i>Pr</i>	<i>Praktikum</i>
<i>PV</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
<i>S</i>	<i>Selbststudium</i>
<i>Sem</i>	<i>Seminar</i>
SWS	Semester Wochen Stunden = Stunden pro Woche während der Vorlesungszeit
<i>Ü</i>	<i>Übungen</i>
<i>V</i>	<i>Vorlesung</i>

Modulbeschreibungen: Pflichtmodule

Modultitel	Grundlagen der Allgemeinen Chemie	
Modulnummer/-kürzel	CHE 001 A	
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LASEK, LAB, LAS-Sek): Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Pflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine	
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba	
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch	
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften chemischer Elemente bzw. chemischen Prozessen in sprachlicher Beschreibung und in chemischer Formulierung zu verstehen. Sie können sich die Erstellung chemischer Reaktionsgleichungen auf Basis stöchiometrischer Grundlagen und des Massenwirkungsgesetzes selbstständig erarbeiten und dabei notwendige Maßeinheiten richtig anwenden. Sie verstehen den Aufbau von Atomen und können zwischen den Eigenschaften des Atomkerns und der Elektronenhülle unterscheiden. Sie besitzen die Fähigkeit, die verschiedenen chemischen Bindungsarten auf Basis physikalischer und chemischer Grundkenntnisse zu verstehen und ein Urteilsvermögen dafür zu entwickeln, in welchen Verbindungen oder Elementen welcher Bindungstyp vorliegt. Sie besitzen die Fähigkeit, einfache zwei- und dreidimensionale Strukturen von Molekülen selbstständig entwickeln zu können und daraus resultierende Eigenschaften abzuleiten. Sie haben das Aufbauprinzip des Periodensystems der Elemente verstanden und können daraus einfache Eigenschaften von Elementen ableiten. In Verbindung mit fachlichem Wissen sind sie in der Lage, Übungsaufgaben und größere inhaltliche Fragestellungen/Zusammenhänge zu bearbeiten.	
Inhalt	Grundlagen der allgemeinen Chemie anhand ausgewählter Beispiele und Übungen: Stofftrennung und Elementarteilchen; Kernchemie und Elektronenhülle; Aufbau des Periodensystems, Maßeinheiten und Konzentration; Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie; Bindungsarten, Lewis-Formeln, VSEPR- und MO-Modell; Oxidationszahlen und Redoxreaktionen; Das chemische Gleichgewicht und seine Beeinflussung; ideale und reale Gase; Lösungen und Löslichkeitsprodukt; Säuren, Basen, Puffer und Indikatoren; Elektrochemie und Nernstsche Gleichung	
Lehrveranstaltungen	a) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie I(V)	2 SWS

Modulhandbuch zum Bachelorstudiengang Chemie

und Lehrformen	b) Allgemeine Chemie mit Übungen (V + Ü)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Experimentalvorlesung I	3	28	42	20
	b) Allgemeine Chemie mit Übungen	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Grundlagen der Allgemeinen Chemie - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 001 B				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Felix Brieler				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage (als Einzelperson oder im Team) die theoretischen Grundlagen aus Modul CHE 001 A in der Praxis anzuwenden. Sie können Einwaagen berechnen und Lösungen herstellen, sie können einfache Trennverfahren anwenden und Stoffgemische voneinander trennen. Anhand von Versuchsbeschreibungen können sie eigenständig einfache Versuchsdurchführungen planen und praktizieren. Sie sind in der Lage mit Hilfe der erlernten Techniken unbekannte Stoffgemische zu analysieren, etwaige Fehler bei der Durchführung zu überprüfen und zu verbessern und die im Labor durchgeführten Versuche zu protokollieren.</p> <p>Sie haben wichtige Schlüsselqualifikationen (Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Arbeitssicherheit und Zeitmanagement, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software) in Verbindung mit Fachwissen erworben.</p>				
Inhalte	Erlernen grundlegender Tätigkeiten in chemischen Laboratorien: Lösen von Feststoffen, Erhitzen von Flüssigkeiten, Handhabung von Gasen, Filtration, Zentrifugation, Titration, Chemisches Rechnen; Erlernen der "guten Laborpraxis": Vorbereitung, Dokumentation und Protokollierung der ausgeübten Tätigkeiten, Sicheres Arbeiten im Labor, Abschätzung möglicher Gefahren, richtiges Verhalten im Gefahrenfall; Erlernen chemischer Grundlagen: Stoffchemie ausgesuchter Elemente, Säure/Base-Chemie, Redox-Chemie				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Grundpraktikum in Allgemeiner Chemie (P) b) Seminar zum Grundpraktikum in Allgemeiner Chemie (S)			5 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Grundpraktikum Allg. Chemie	5	120	15	15
	b) Seminar zum Grundpraktikum	1	14	14	2
	Gesamtaufwand	6	134	29	17
Voraussetzungen für	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Teilnahme an der				

Modulhandbuch zum Bachelorstudiengang Chemie

Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Sicherheitsunterweisung und regelmäßige Teilnahme am Seminar (Anwesenheitspflicht) Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet)
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Dauer	1 Semester

Modultitel	Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie Physical Chemistry I: Introduction into Physical Chemistry				
Modulnummer/-kürzel	CHE 002 A				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Sc. Computing in Science, Schwerpunkt Biochemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Volker Abetz				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Prinzipien der klassischen Thermodynamik zu verstehen und thermodynamische Vorgänge zu beschreiben. Sie können zwischen verschiedenen Prozessen differenzieren und verstehen das Prinzip von Kreisprozessen. Die Studierenden sind mit den Zustandsgleichungen idealer Gase und Mischungen vertraut. Ferner sind sie fähig, chemische und elektrochemische Gleichgewichte zu beschreiben und die grundlegenden Prinzipien der Kinetik zu verstehen, sowie zwischen verschiedenen Reaktionsordnungen zu differenzieren.				
Inhalt	Gleichgewicht, intensive und extensive Größen, SI-Basiseinheit, Temperatur, nullter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandsfunktionen und totale Differentiale, Wärmekapazität, Einführung in kinetische Gastheorie, isotherme, adiabatische, isochore und isobare Prozesse, Zustandsgleichung idealer Gase und Mischungen, Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Arbeit & Wärme, innere Energie und Enthalpie, Kreisprozesse, Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und Entropie, Gibbssche Fundamentalgleichung und chemisches Potential, chemisches Gleichgewicht, elektrochemisches Gleichgewicht und Nernst-Gleichung, Aufbau einer elektrochemischen Zelle, Reaktionsordnung und Reaktionsgeschwindigkeit, Arrhenius-Gleichung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie / Physical Chemistry I: Introduction into Physical Chemistry (V)				2 SWS
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie I / Exercises in Physical Chemistry I (Ü)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)	
	a) Physikalische Chemie I	3	28	42	20
	b) Übungen zur PC I	1.5	13	22	10
	Gesamtaufwand	4.5	41	64	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				

Modulhandbuch zum Bachelorstudiengang Chemie

Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium

Modultitel	Mathematik I Mathematics I				
Modulnummer/-kürzel	CHE 002 MA				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Tobias Vossmeier				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind befähigt, mathematische Methoden (Funktionen, Differential- und Integralrechnung, gewöhnliche Differentialgleichungen) zur Lösung von Problemen in der Physikalischen Chemie und der Physik erfolgreich anzuwenden. Sie sind außerdem befähigt, experimentelle Daten durch Anwendung der Fehler- und Ausgleichsrechnung korrekt zu bewerten und zu interpretieren.				
Inhalt	Funktionen, Differential- und Integralrechnung, gewöhnliche Differentialgleichungen, Fehler- und Ausgleichsrechnung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Mathematik I / Mathematics I (V) b) Übungen zur Mathematik I / Exercises in Mathematics I (Ü)				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Mathematik I	3	28	42	20
	b) Übungen zur Mathematik I	1.5	13	22	10
	Gesamtaufwand	4.5	41	64	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bde 1 – 3, L. Papula, Vieweg+Teubner Mathematik für Chemiker, H. G. Zachmann, Wiley-VCH				

Modultitel	Physik für Chemiker*innen Physics for Chemists				
Modulnummer/-kürzel	CHE 003				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. T. Kipp, Prof. Dr. G. Bester				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Das Ziel des Moduls ist die Beherrschung grundlegender Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der klassischen Mechanik, der klassischen Elektrodynamik, sowie Optik. Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Kenntnisse der klassischen Physik zu verstehen und zu beschreiben. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage das erlangte Wissen auf physikalische Probleme anzuwenden und physikalische Fragestellungen zu lösen.				
Inhalt	Grundlagen der Mechanik und Energieerhaltung, geradlinige Bewegung, Newton'sche Gesetze, Arbeit und Energie, Stoßprozesse, Beschreibung von Drehbewegungen, Schwingungen und Wellen, Einführung zu Elektrizität und Magnetismus, Elektrodynamik sowie Optik.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physik für Chemiker*innen I / Physics for Chemists (V) b) Physik für Chemiker*innen II / Physics for Chemists (V) c) Übungen zur Physik für Chemiker*innen / Exercises in Physics for Chemists (Ü)				1 SWS 2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Physik I	1,5	14	21	10
	b) Physik II	3	28	42	20
	b) Übungen zur Physik	1,5	13	20	12
	Gesamtaufwand	6	55	83	42
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Halliday Physik - Bachelor Edition; Halliday, Resnick, Walker; Wiley-VCH				

	Physik - Lehr- und Übungsbuch; Giancoli; Pearson
	Physik - für Wissenschaftler und Ingenieure; Tipler, Mosca; Springer Spektrum

Modultitel	Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik Physical Chemistry II: Introduction to Quantum Mechanics				
Modulnummer/-kürzel	CHE 070 A				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Sc. Computing in Science, Schwerpunkt Biochemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 A				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Gabriel Bester, PD Dr. Tobias Kipp				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Das Ziel dieses Moduls ist die Schaffung grundlegender Kenntnisse über die allgemeinen Prinzipien der Quantenmechanik. Ihre Bedeutung und ihre Notwendigkeit werden von den Studierenden erkannt. Sie sind vertraut mit dem Prinzip des Welle-Teilchen-Dualismus. Die Studierenden sind in der Lage, zwischen Operatoren und Observablen zu differenzieren und können die Schrödinger-Gleichung auf einfache Systeme anwenden. Die Studierenden sind befähigt, das Teilchen-im-Kasten-Modell zu erklären und ihre erlangten Kenntnisse auf die quantenmechanische Beschreibung des Wasserstoffatoms anzuwenden.				
Inhalt	Versagen der klassischen Physik, Einführung in die Quantentheorie: Photoelektrischer Effekt, Planck'sches Strahlungsgesetz, Welle-Teilchen-Dualismus. Schrödinger-Gleichung, Postulate der Quantenmechanik, Operatoren und Observablen, Heisenberg'sche Unschärferelation, exakte analytische Lösung der Schrödinger-Gleichung für einfache Systeme, Teilchen-im-Kasten-Modell, Wasserstoffatom, Elektronenspin.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik / Physical Chemistry II: Introduction to Quantum Mechanics (V)			2 SWS	
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie II / Exercises in Physical Chemistry II (Ü)			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Physikalische Chemie II (V)	3	28	42	20
	b) Übungen zur PC II (Ü)	1.5	13	22	10
	Gesamtaufwand	4.5	41	64	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				

Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer

Modultitel	Mathematik II Mathematics II				
Modulnummer/-kürzel	CHE 070 MA				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE002 MA				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Tobias Vossmeier				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind befähigt, mathematische Methoden (Reihenentwicklungen, Methoden der linearen Algebra, Rechnen mit komplexen Zahlen und Funktionen) zur Lösung von Problemen und Aufgabenstellungen der Physikalischen Chemie erfolgreich anzuwenden.				
Inhalt	Reihenentwicklungen, lineare Algebra, Matrizen, Determinanten, lineare Gleichungssysteme, Vektoren, komplexe Zahlen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Mathematik II / Mathematics II (V) b) Übungen zur Mathematik II / Exercises in Mathematics II				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Mathematik II (V)	3	28	42	20
	b) Übungen zur Mathematik II (Ü)	1.5	13	22	10
	Gesamtaufwand	4.5	41	64	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bde 1 – 3, L. Papula, Vieweg+Teubner Mathematik für Chemiker, H. G. Zachmann, Wiley-VCH				

Modultitel	Organische Chemie I
Modulnummer/-kürzel	CHE 005
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LASek): Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. R. Holl
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen grundlegende Fachkompetenz in organischer Chemie. Sie können organische Moleküle entsprechend der IUPAC-Nomenklatur benennen und kennen relevante Trivialnamen. Sie verstehen die Prinzipien der Isomerie und können stereochemische Begriffe korrekt anwenden. Sie sind in der Lage, funktionelle Gruppen organischer Moleküle zu erkennen und sind mit den Eigenschaften und der Reaktivität der funktionellen Gruppen bzw. der entsprechenden Stoffklassen vertraut. Sie können die Synthesen der funktionellen Gruppen sowie die wichtigsten Reaktionen der verschiedenen Stoffklassen einschließlich der Reaktionsmechanismen formulieren bzw. anwenden. Zudem sind Sie in der Lage, aufbauend auf bekannten Reaktionen einfache Synthesen selbstständig zu entwickeln. Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien verschiedener spektroskopischer Methoden und können diese zur Identifizierung bzw. Strukturaufklärung organischer Verbindungen anwenden.
Inhalt	Grundlagen der Organischen Chemie – Stoffklassen, Strukturen, Eigenschaften und Reaktionen: Struktur und Bindungsverhältnisse organischer Verbindungen (graphische Darstellung, Nomenklatur, Isomerie, funktionelle Gruppen, Substanzklassen) Reaktivität organischer Verbindungen (Substitution, Addition, Cyclisierung, Cycloaddition, Eliminierung, einfache Redoxreaktionen) Alkane, Cycloalkane (Konstitution, Konfiguration, Konformation, Radikalreaktionen) Alkene (Additionsreaktionen, Carbeniumionen, Oxidationsreaktionen) Halogenalkane (Nucleophile Substitution, Eliminierung) Alkine (Acidität, Additionsreaktionen) Aromatische Kohlenwasserstoffe (Aromatizität, Elektrophile Substitution am Aromaten, Substituenteneffekte bei der Zweitsubstitution) Alkohole, Ether, schwefelhaltige Verbindungen, Amine (Darstellungen, Eigenschaften, Reaktionen) Carbonylverbindungen (Darstellungen, CH-Acidität, Mesomerie, Tautomerie, Reaktionen) Carbonsäuren und Derivate (Darstellungen, Eigenschaften, Reaktionen) Grundlagen zur Analyse und Spektroskopie organischer Verbindungen

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Organische Chemie I (V)				3 SWS
	b) Übungen zur Organischen Chemie I (Ü)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Vorlesung	4,5	42	74	19
	b) Übung	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	6	55	97	28
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Bruice, Organische Chemie; Clayden, Organic Chemistry; Vollhardt, Organische Chemie				

Modultitel	Anorganische Chemie I
Modulnummer/-kürzel	CHE 006
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul Bachelor-Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul Grundlagen der Allgemeinen Chemie (CHE 001 A)
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba, Prof. Dr. C. Herrmann, Prof. Dr. M. Steiger
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden haben die Grundlagen von Atombau und chemischer Bindung verstanden und sind in der Lage diese tiefergehend zu analysieren. Sie haben weiterführende Bindungskonzepte wie die MO-Theorie kennengelernt und können diese auf unbekannte Moleküle übertragen. Sie haben sich die Verbindungsklasse der Koordinationsverbindungen erarbeitet, können diese mit Hilfe der Kristallfeld- und Ligandenfeldtheorie beschreiben und können aus den Beschreibungen Isomerie und Magnetismus einer Koordinationsverbindung bestimmen. Sie verstehen die Grundzüge der Symmetriehre von Molekülen und sind in der Lage Symmetrioperationen an unbekannt Strukturen abzuleiten und Punktgruppen zu bestimmen.</p> <p>Die Studierenden haben die Grundlagen der qualitativen und quantitativen Analyse verstanden, sind sicher im Herausstellen und Kategorisieren von Fehlern und beim Berechnen von Fehlerfortpflanzung, Standardabweichungen und Kalibration von Standards.</p> <p>Die Studierenden haben die Stoffchemie aller Elemente des PSE kennengelernt und können Vorhersagen über Gruppeneigenschaften, Verbindungen, elektronische Strukturen und einfache Strukturtypen treffen. Sie kennen die Anwendungen der Elemente in der Technik und können die Elemente hinsichtlich ihrer technischen Relevanz und Kritikalität einordnen.</p>
Inhalt	<p>a) Vertiefung von Atombau und Periodensystem der Elemente, Einführung in die Symmetriehre, MO-Theorie, Koordinationsverbindungen: Atombau und Trends im PSE, Symmetrie, Symmetrioperationen und Punktgruppen Einführung in die qualitative MO-Theorie Koordinationsverbindungen, Isomerie, Kristallfeld- und Ligandenfeldtheorie, Grundzüge des molekularen Magnetismus. Grundlagen der qualitativen, quantitativen Analyse, Bulkanalyse und Mikroverteilungsanalyse, systematische und statistische Fehler, Fehlerbetrachtungen, Standardabweichung, Kalibrierung mit externen und internen Standards</p> <p>b) Stoffchemie der Elemente: Vorkommen und Darstellung, Gruppeneigenschaften, elektronische Strukturen, einfache Strukturtypen, Anwendungen in der Technik, Kritikalität ausgewählter Elemente</p>

Modulhandbuch zum Bachelorstudiengang Chemie

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Anorganische Chemie I (V)				2 SWS
	b) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie II (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Anorganische Chemie I	3	28	42	20
	b) Experimentalvorlesung II	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Organische Chemie II
Modulnummer/-kürzel	CHE 009
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 001 A und CHE 005
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. B. W. Stark
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen vertiefte Fachkompetenz auf dem Gebiet der organischen Chemie. Sie kennen ein breites Spektrum an komplexen Reaktionsmechanismen und können Reaktionen mechanistisch interpretieren (Produktspektrum, Selektivitäten etc.). Sie haben ein eingehendes Verständnis der Eigenschaften und Reaktivität funktioneller organischer Verbindungen und polyfunktioneller Moleküle. Sie beherrschen die Prinzipien der Chemoselektivität und chemoselektiver Transformationen. Sie erkennen wichtige Naturstoffklassen und beherrschen deren grundlegende Biosynthesewege. Sie können unbekannte polyfunktionelle organische Verbindungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Reaktivität analysieren sowie gängige Methoden zu deren Synthese vorschlagen und diskutieren. Sie können organische Verbindungen hinsichtlich ihres Redoxstatus klassifizieren und komplexe Redoxreaktionen interpretieren, dazu gehört auch die Kenntnis relevanter und selektiver Redoxreagenzien für die Synthesechemie. Die Studierenden kennen die Grundlagen analytischer Verfahren und NMR-spektroskopischer Methoden, können diese zur Analyse organischer Verbindungen (und Gemische) anwenden und einfache Beispielspektren auch unbekannter Verbindungen interpretieren.
Inhalt	<p>Reaktionsmechanismen, polyfunktionelle organische Verbindungen und Naturstoffe:</p> <p>Reaktionsmechanismen, mechanistische Grenzfälle und Modellvorstellungen, reaktive Intermediate, Triebkräfte organisch chemischer Reaktionen (kinetische <i>versus</i> thermodynamische Kontrolle, pks als Triebkraft etc.).</p> <p>Komplexe Redoxreaktionen und typische Reagenzien zur selektiven Oxidation und Reduktion organischer Substrate.</p> <p>Polyfunktionelle organische Verbindungen und chemoselektive Reaktionen. Einführung in die wichtigsten Naturstoffklassen (z. B. Kohlenhydrate, Lipide, Terpene, Proteine und Nucleinsäuren) und deren Biosynthesewege.</p> <p>Prinzipien der Polymerisation und Biopolymere.</p> <p>Identifizierung kohlenstoffhaltiger Verbindungen (Spektroskopie) sowie Analyse von Reaktionsfortschritt und Reaktionserfolg und Interpretation bzw. Analyse von Stoffgemischen.</p>

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Organische Chemie II (V) b) Übungen zur Organischen Chemie II (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Organische Chemie II	4,5	42	74	19
	b) Übungen zur Organischen Chemie II	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	6	55	97	28
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Bruice, Organische Chemie; Vollhardt, Organische Chemie; Clayden, Greeves, Warren, Organischen Chemie				

Modultitel:	Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie				
Modulnummer/-kürzel:	Modul CHE 007				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul CHE 001 A				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. A. Luinstra, Dr. W. Pauer				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die besprochenen Grundlagen der Technischen und Makromolekularen Chemie darzustellen. Weiterhin können Strukturen und Synthesen der Makromolekularen Chemie, Grundoperationen und Trennverfahren klassifiziert werden und auf unbekannte Sachverhalte angewendet werden. Einfache unbekannte Fragestellungen können analysiert und beurteilt werden sowie selbständig Lösungen dazu erarbeitet werden.				
Inhalte	<p>Definitionen, Begrifflichkeiten & Nomenklatur im Bereich makromolekularen Stoffe; Verwendung von Polymeren in der Gesellschaft; Einteilung von Polymeren in Klassen; Theoretische Beschreibung des polymeren Knäuels, Standardanalytik von Polymeren in Lösung, Molmasse und -verteilung.</p> <p>Synthese von Polymeren (Stufenwachstum und Kettenwachstum; in Lösung und in Dispersion; Katalyse), Struktur und Eigenschaften makromolekularer Stoffe, Physik von Polymeren in deren festen Zustand (thermisch und mechanisch); Herstellungsverfahren & Verarbeitung.</p> <p>Chemische Prozesse in Beispielen: vom Rohstoff zum Endprodukt unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Auswirkungen.</p> <p>Grundlagen der Maßstabsvergrößerung. Einführung in die Kinetik chemischer Reaktionen und die technische Katalyse. Einführung in die Grundoperationen, z. B. Mischen und Rühren.</p> <p>Die Vorlesung ist so aufgebaut, dass ausreichend Zeit zur Diskussion und gemeinschaftlicher Aneignung des Stoffes vorhanden ist.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Technische Chemie			1,25 SWS	
	b) Einführung in die Makromolekulare Chemie			1,25 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Einführung in die Technische Chemie	2	18	32	10
	b) Einführung in die Makromolekulare Chemie	2	18	32	10
	Gesamtaufwand	4	36	64	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: i.d.R. Klausur, abweichend mündliche Prüfung,				

Prüfungsleistungen	Projektabschluss oder Übungsabschluss (benotet). Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur:	B. Tieke; „Makromolekulare Chemie: Eine Einführung“ M. Brahm; „Polymerchemie kompakt“ A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, A. J. Vorholt; „Einführung in die Technische Chemie“ (auch als e-book in der Stabi) Grassmann, Widmer, Sinn; „Einführung in die thermische Verfahrenstechnik“

Modultitel	Einführung in die Biochemie
Modulnummer/-kürzel	CHE 008
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Molecular Life Sciences: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul M.Sc. Kosmetikwissenschaft: Angleichungsmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LASek, LAB, LAS-Sek): Wahlpflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Wahlpflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. Z. Ignatova
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden besitzen eine grundlegende Fachkompetenz im Fach Biochemie. Sie können zelluläre Strukturen beschreiben. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse über die Struktur und Eigenschaften der Basismakromoleküle der Zelle wie Proteine, Nukleinsäuren, Fette und Zucker. Die Studierenden haben ein Verständnis über die zellulären Funktionen der Biomoleküle und können grundlegende Methoden zu deren Charakterisierung beschreiben. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien der Proteinfunktion, d.h. der strukturellen und katalytischen Funktion sowie der Nukleinsäurefunktion als Hauptelemente des Prozesses der Übertragung der genetischen Information. Die Studierenden sind in der Lage, aufbauend auf den grundlegenden beispielhaften biochemischen Prozessen, diese in komplexere und verzweigte biochemische Wege selbstständig zu differenzieren und die Regulationspunkte dieser zu erkennen.</p> <p>Die Studierenden verstehen die biophysikalischen Eigenschaften der Proteine und Nukleinsäuren und somit die grundlegenden Aspekte unterschiedlicher biochemischer Methoden zu ihrer Charakterisierung und können dieses Wissen bei der Identifizierung und Charakterisierung zellulärer Makromoleküle praktisch umsetzen und anwenden.</p>
Inhalt	Aminosäuren, Peptide und Proteine, Proteinstruktur, katalytische und Strukturfunktionen, Enzyme; Lebenszyklus der Proteine in der Zelle. Kohlenhydrate und Lipide; Membranenaufbau; Funktion der Zellmembran. Aufbau, Struktur und Funktion von Nukleinsäuren, Übertragung der genetischen Information, DNA-Replikation, Transkription, RNA-Reifung, Genetischer Code, Translation.

Vielfältigkeit der Lebensformen – Beispiele unterschiedlicher Zellen.					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Biochemie (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Einführung in die Biochemie	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Allgemeine Lehrbücher der Biochemie (nur die aktuellsten und neuesten Auflagen) wie z.B.: Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczkom, Spektrum Verlag Lehrbuch der Biochemie, Voet, Voet, Pratt, Wiley-VCH				

Modultitel	Anorganische Chemie II				
Modulnummer/-kürzel	CHE 010				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: CHE 001 A und CHE 006				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. Mascotto				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben die Kenntnisse auf dem Gebiet der Stoffchemie von Metallen und Nichtmetallen vertieft und die Grundlagen der Festkörper- und Materialchemie verstanden und sind somit in der Lage auf diesem Gebiet geeignete Syntheseverfahren zu skizzieren. Sie haben Konzepte für Bindungstypen in Festkörpern verstanden und können Festkörperstrukturen ableiten und analysieren. Sie können zwischen verschiedenen analytischen Verfahren der Festkörperchemie differenzieren und die Messergebnisse kritisch hinterfragen.				
Inhalt	Syntheseverfahren von Festkörpern, nanostrukturierten und porösen Materialien, Festkörperstrukturen, Bindungstypen in Festkörpern, Vertiefung der Stoffchemie für Metall- und Nichtmetallverbindungen, Anwendungen von Festkörpern in der Technik. Instrumentelle Festkörperanalytik: Röntgenbeugung, Elektronenmikroskopie, Thermoanalyse, Gassorption, Schwingungsspektroskopie				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Anorganische Chemie II (V)			3 SWS	
	b) Übungen zur Anorganischen Chemie II (Ü)			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Anorganische Chemie II	4,5	42	74	19
	b) Übungen zur Anorganischen Chemie II	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	6	55	97	28
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Grundpraktikum in Anorganischer und Analytischer Chemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 012				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Modul CHE 001 A, CHE 001 B und CHE 006 oder CHE 010 Empfohlen: Modul CHE 006, CHE 010, CHE 002, CHE 014				
Modulverantwortlich(r)	PD Dr. M. Steiger				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind aufgrund ihres Verständnisses der theoretischen Grundlagen von Atombau, Bindungstheorien, Stoffchemie und verschiedener Verbindungsklassen in der Lage selbstständig Lösungen praktischer Problemstellungen sowohl anorganisch-präparativer als auch analytischer Art zu ermitteln und experimentell umzusetzen.</p> <p>Sie haben wichtige Schlüsselqualifikationen (Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Arbeitssicherheit und Zeitmanagement, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software) in Verbindung mit Fachwissen vertieft und teilweise neu erworben.</p>				
Inhalt	<p>Im Praktikum werden wichtige Syntheseprinzipien (z.B. Fällungsreaktionen, Festkörperreaktionen, Reaktionen mit Gasen) erlernt und angewendet. Bei den Präparaten handelt es sich um Metalle bzw. Legierungen, um Koordinationsverbindungen, anorganische Festkörper sowie um nanostrukturierte Verbindungen. Verschiedene analytische Methoden werden zur Charakterisierung der Präparate eingesetzt (z.B. XRD, REM, UV/VIS u.a.). Daneben werden AAS und RFA als quantitative elementanalytische Methoden verwendet. Im Begleitseminar werden die theoretischen Grundlagen der im Praktikum eingesetzten Analysemethoden behandelt. Ein weiterer inhaltlicher Schwerpunkt ist die Vertiefung stoff- und strukturchemischer Kenntnisse.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Grundpraktikum in Anorganischer u. Analytischer Chemie (P) b) Seminar. zum Grundpraktikum. in Anorganischer u. Analytischer Chemie (S)				7,5 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Grundpraktikum AC	7,5	200	15	10
	b) Seminar zum Grundpraktikum AC	1,5	20	15	10
	Gesamtaufwand	9	220	30	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				

Prüfungsleistungen	
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultitel	Physikalisch-chemische Praktika				
Modulnummer/-kürzel	CHE 013				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 001 B und CHE 002 A oder CHE 070 A und CHE 002 MA oder CHE 070 MA Empfohlen: CHE 001 A				
Modulverantwortliche(r)	Dr. A Meyer				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind befähigt, ihre theoretischen, physikalisch-chemischen Kenntnisse auf praktische Problemstellungen zu übertragen. Sie sind in der Lage, Versuchsreihen selbstständig aufzubauen und durchzuführen. Sie können die praktisch ermittelten Ergebnisse darstellen und berechnen (auch mittels fachspezifischer Software). Es ist Ihnen möglich, die Ergebnisse zu interpretieren und zu bewerten. Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit) mit dem Erwerb von fachlichem Wissen.				
Inhalt	Experimentelle Anwendung und Vertiefung von Grundlagen aus den Bereichen der Physik (Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre und Magnetismus) und Physikalischen Chemie (Elektrochemie, Thermodynamik und Kinetik).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Grundpraktikum in Physikalischer Chemie und Physik (P) b) Seminar zum Grundpraktikum in Physikalischer Chemie und Physik (S)				7,5 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Grundpraktikum PC	7,5	90	120	15
	b) Seminar zum Grundpraktikum PC	1,5	14	21	10
	Gesamtaufwand	9	104	141	25
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Grundpraktikum in Organischer Chemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 014				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 001 B und CHE 005 oder CHE 009 Empfohlen: CHE 001 A				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Meier und Dr. B. Werner				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden besitzen grundlegende Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Umgang mit Chemikalien und dem organisch-präparativen Arbeiten in einem Syntheselabor. Sie kennen Arbeits- und Sicherheitsvorschriften zum Arbeiten in chemischen Laboratorien verstehen diese und können sie auf ihre aktuelle Problemstellung anwenden. Sie können Synthese- bzw. Versuchsvorschriften nachvollziehen, theoretisch einordnen, diese (einzeln oder im Team) praktisch umsetzen und relevante Risiken einschätzen. Sie können etwaige Fehler bei der Durchführung von Experimenten evaluieren und korrigieren. Sie beherrschen grundlegende synthetisch relevante Arbeitstechniken, Reinigungsmethoden und Charakterisierungsmethoden zur Analyse von Reaktionsfortschritt und Produkt(-verteilung). Die Studierenden können ihre experimentell gewonnenen Erkenntnisse sprachlich und schriftlich präzise zusammenfassen und entsprechend in einem Abschlussbericht oder Protokoll dokumentieren. Sie haben wichtige Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Beherrschung der Literaturrecherche) in Verbindung mit Fachwissen erworben.</p>				
Inhalt	<p>Organisch chemische Reaktionen wie Additionsreaktionen, Substitutionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen, Redoxreaktionen, Umlagerungsreaktionen sowie C-C- und C Heteroatomverknüpfungen. Verfahren zur Trennung, Reinigung und Trocknung wie Destillation, Kristallisation, Umkristallisation, Extraktion, Dünnschicht- und Säulenchromatographie.</p> <p>Analytische Methoden wie IR-, NMR-Spektroskopie und Massenspektrometrie.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die organisch-chemische Labortechnik (V)			1 SWS	
	b) Grundpraktikum in Organischer Chemie (P)			10 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Vorlesung	1	18	6	6
	b) Grundpraktikum Organische Chemie	10	250	30	20

	Gesamtaufwand	11	268	36	26
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Vor Beginn der praktischen Arbeiten werden grundlegende Kenntnisse der Sicherheitsunterweisung und der organisch-chemischen Labortechnik überprüft (Eingangskolloquium).</p> <p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine.</p> <p>Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur	Organikum und Lehrbücher der Organische Chemie z.B. Bruice, Vollhardt				

Modultitel	Theoretische Chemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 015				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Module CHE 001-004, CHE 011				
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. G. Bester, Prof. Dr. C. Herrmann				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage allgemeine Prinzipien und Modelle der Theoretischen Chemie zu diskutieren. Auf dieser Basis können sie zwischen den unterschiedlichen elektronischen Strukturen von Molekülen und Festkörpern differenzieren und die Unterschiede analysieren und vergleichen.				
Inhalte	Quantenmechanische Modelle, Elektronische Struktur von Molekülen (Hückel) und Festkörpern (Bandstrukturen) – im Detail: Grundlagen Quantenmechanik, Born-Oppenheimer-Näherung, Potentialenergiehyperflächen, Strukturoptimierung, Infrarotspektroskopie und Übergangszustände, genähertes Lösen der elektronischen Schrödingergleichung, Pauli-Prinzip und Slater-Determinante, Variationstheorie, Optimieren unter Nebenbedingungen, Hartree–Fock-Gleichungen, LCAO-Methode, Hückel-Theorie, Elektronenkorrelation, Dichtefunktionaltheorie (DFT), Basisätze in der Praxis, Festkörper (Bandstrukturen).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Theoretische Chemie (V)				1 SWS
	b) Übungen zur Theoretischen Chemie (Ü)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Theoretische Chemie	1,5	14	21	10
	b) Übungen zur Theor. Chemie	1,5	13	25	7
	Gesamtaufwand	3	27	46	17
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme in den Übungen (Anwesenheitspflicht) und Präsentation einzelner Übungsaufgaben. Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Organische Chemie III
Modulnummer/-kürzel	CHE 017
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 001 bis CHE 005 sowie 009 und 014
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Meier
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen vertiefte Fachkompetenz auf dem Gebiet der organischen Chemie mit einem besonderen Schwerpunkt auf komplexen Reaktionsmechanismen und modernen Syntheseverfahren zur stereoselektiven sowie zur stereospezifischen Synthese. Sie kennen die Prinzipien stereoselektiver Synthesemethoden und relevante Modellvorstellungen zur Interpretation und Vorhersage der Selektivität stereoselektiver Reaktionen. Sie können die Produktbildung und Selektivitäten bei stereoselektiven Reaktionen analysieren und interpretieren sowie die Machbarkeit und Selektivität unbekannter Transformationen vorhersagen. Sie können Syntheseverfahren hinsichtlich ihrer Effizienz analysieren und bewerten und können eigenständig diastereo- und enantioselektive Synthesen chiraler Zielmoleküle konzipieren und planen. Sie beherrschen Methoden zur Analyse von Reaktionsmechanismen, Intermediaten und Produkten bzw. Gemischen.
Inhalt	Prinzipien der Stereochemie, stereoselektiver Synthese, komplexer Reaktionsmechanismen und moderner Syntheseverfahren: Stereochemie (Begriffe, Definitionen, Typen chiraler Moleküle, Nomenklatur); Verfahren zur Bestimmung der absoluten Konfiguration und zur Bestimmung der optischen Reinheit; Enantiomerentrennung Stereoselektive Synthese: Chiral Pool-Synthese, Chirale Auxiliare (z. B. Enders, RAMP/SAMP, Evans (Oxazolidinone), Seebach (Taddole)), Reagenz-, Substrat- und Ligand-kontrollierte Synthesen, Zimmermann-Traxler-Übergangszustand, doppelte Stereodifferenzierung, Hammond-Postulat; asymmetrische Katalyse (z. B. Sharpless-Oxidationen; Enzyme in der Synthese); Stereochemie dynamischer Prozesse Einfluss der Konformation auf Reaktivität (Anomerer Effekt, gauche-Effekt), Carbonylreaktionen mit C- und H-Nucleophilen (Stereoselektivität und Modellvorstellungen: Cram-Modell, anti-Cram-Produkte, Felkin-Anh-Modell, Cram-Chelat-Kontrolle; Substrat- versus Reagenzkontrolle; Curtin-Hammett-Prinzip) Eliminierungen (Produktkontrolle; E-, Z-selektive Synthesemethoden und Olefinierungen) Übergangsmetall-katalysierte Reaktionen (Alkenylierungen, Arylierung,

	Alkinylierung, Metathese) 13C- und 2D-NMR sowie die Kombination von NMR mit anderen spektroskopischen Methoden wie IR, UV/Vis und MS sowie die Bestimmung von Enantiomerenüberschüssen mittels NMR				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Organische Chemie III (V) b) Übungen zur Organischen Chemie III (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Vorlesung	4,5	42	74	19
	b) Übung	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	6	55	97	28
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Brückner, Reaktionsmechanismen				

Modultitel	Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie Physical Chemistry III: Consolidation of Central Topics of Physical Chemistry				
Modulnummer/-kürzel	CHE 071				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Computing in Science, Schwerpunkt Biochemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 003, CHE 070 A, CHE 070 MA				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Abetz				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Das Modul erweitert wichtige Grundlagen in den Bereichen der Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie. Die Studierenden sind in der Lage Mischphasen zu beschreiben und Phasengleichgewichte zu interpretieren. Sie verstehen die Aussagen der Faraday'schen Gesetze und können diese auf atomare/molekulare elektrochemische Prozesse anwenden. Die Studierenden kennen zentrale elektrochemische Methoden wie die Cyclovoltammetrie und sind befähigt, solche Messdaten zu beschreiben und zu interpretieren. Die Studierenden kennen komplexe kinetische Reaktionsmechanismen und die Energien der Übergangszustände.				
Inhalt	Theorem der korrespondierenden Zustände, Joule-Thomson-Effekt, Mischphasen, partielle Größen und Gibbs-Duhem-Gleichung, dritter Hauptsatz der Thermodynamik, Nernst-Theorem, Phasengleichgewichte und Gibbssche Phasenregel, Dampfdruckerniedrigung/Siedepunktserhöhung, kolligative Eigenschaften und osmotischer Druck, Gefrierpunktserniedrigung, Phasendiagramme und Grenzflächengleichgewichte, Adsorption und Benetzung, Diffusion, Faraday-Gesetze, starke und schwache Elektrolyte, Debye-Hückel-Theorie, Ladungstransport und Grenzleitfähigkeit, Butler-Volmer-Gleichung, elektrochemische Doppelschicht und Elektrodenkinetik, diffusionskontrollierter Grenzstrom, Cyclovoltammetrie, Korrosion, Grundlagen der elektrochemischen Energiespeicherung und Energiewandlung, Kinetik komplexer Reaktionen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie/Physical Chemistry III: Consolidation of Central Topics of Physical Chemistry (V)				2 SWS
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie III / Exercises in Physical Chemistry III (Ü)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)	
	a) Physikalische Chemie III	3	28	42	20
	b) Übungen zur PC III	1,5	13	22	10
Gesamtaufwand		4,5	41	64	30

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer Molekülphysik und Quantenchemie, Haken/Wolf, Springer

Modultitel	Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie Physical Chemistry IV: Spectroscopy of Atoms and Molecules				
Modulnummer/-kürzel	CHE 072				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Computing in Science, Schwerpunkt Biochemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 003, CHE 070 A, CHE 070 MA				
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. T. Kipp				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden können Mehrelektronensysteme beschreiben und verstehen ihr Aufbauprinzip. Sie sind in der Lage, quantenmechanische Modelle zur Beschreibung von Molekülrotation- und Molekülschwingung wiederzugeben. Die Studierenden können diese Modelle auf das Auftreten spektroskopischer Übergänge anwenden und zwischen verschiedenen Übergängen differenzieren.				
Inhalt	Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip, Hund'sche Regeln, Aufbauprinzip, Moleküle und chemische Bindungen, quantenmechanische Oszillator- und Rotator-Modelle, Spektroskopie der Elektronen-, Rotations- und Schwingungsübergänge.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie/Physical Chemistry IV: Spectroscopy of Atoms and Molecules				2 SWS
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie IV / Exercises in Physical Chemistry IV				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Physikalische Chemie IV	3	28	42	20
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie IV	1,5	13	22	10
	Gesamtaufwand	4,5	41	64	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH				

	Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer Molekülphysik und Quantenchemie, Haken/Wolf, Springer
--	--

Modultitel	Anorganische Chemie III				
Modulnummer/-kürzel	CHE 016				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Module 001 bis 006 sowie Module 009 bis 011				
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. A. Jacobi von Wangelin				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte auf dem Gebiet der Molekül- und Koordinationschemie tiefergehend zu analysieren. Sie haben zudem fundiertes Wissen in der Organometallchemie erworben, können Synthesen und Anwendungen diskutieren, Katalysezyklen konstruieren und Struktur/Eigenschaftsbeziehungen und passende analytische Methoden herausarbeiten.				
Inhalt	Koordinationschemie, Molekülchemie der Nichtmetalle, Organometallchemie der Hauptgruppen- und Übergangsmetalle, Synthesen und Anwendungen, Katalysezyklen, Struktur und davon abgeleitete Eigenschaften: Spektroskopie (IR, NMR, UV/vis), Elektro-, Photo- und Magnetochemie und zugehörige analytische Methoden				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Anorganische Chemie III (V) b) Übungen zur Anorganischen Chemie III (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Anorganische Chemie III	4,5	42	70	22
	b) Übungen zur Anorganischen Chemie III	1,5	14	24	8
	Gesamtaufwand	6	56	94	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Housecroft, Sharpe, Anorganische Chemie Elschenbroich, Organometallchemie Miessler, Tarr, Inorganic Chemistry Gispert, Coordination Chemistry Albright, Burdett, Whangbo, Orbital Interactions in Chemistry				

Modultitel	Rechtskunde und Toxikologie
Modulnummer/-kürzel	CHE 018
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul B.Sc. Biologie: Wahlpflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul M.Sc. Kosmetikwissenschaft: Wahlpflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LASek, LAB und LAS-Sek): Wahlpflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 001 und 005 oder vergleichbare Module
Modulverantwortliche(r)	Dr. D. Eifler
Sprache	Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen und verstehen verschiedene Rechtsgrundlagen, die im beruflichen Umfeld der Chemie erforderlich sind. Sie können dieses Wissen in ihrer Praxis in Studium und Beruf selbstständig nutzen und anwenden. Mögliche Gefährdungen können differenziert analysiert und kritisch bewertet werden. Die Studierenden verfügen über das erforderliche Wissen, um den Sachkundenachweis gemäß § 11 ChemVerbotsV zu erlangen. Sie kennen und verstehen relevantes Grundwissen aus dem Bereich der Toxikologie und können dieses zu den wichtigen rechtlichen Regelwerken in Beziehung setzen.
Inhalt	Allgemeine Rechtskunde, Gefahrstoffrecht, Pflanzenschutz-/Biozidrecht, allgemeine und spezielle Toxikologie einschließlich Verständnis von Wirkungsmechanismen toxischer Substanzen Rechtskunde: <ul style="list-style-type: none"> • Basis aus dem Allgemeinen Recht • Rechtshierarchie • Aktuelles europäisches und deutsches Chemikalien- und Gefahrstoffrecht • Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen • Toxikologische Begriffe und Vorschriften im Gefahrstoffrecht • Rechtsregeln und Hilfsmittel zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen, Gefährdungsbeurteilung und Gefahrenabwehr. • Aktuelle Beispiele der Eigenschaften und Wirkungen einiger gefährlicher, bedeutender Einzelstoffe und Stoffgruppen Toxikologie:

	<ul style="list-style-type: none"> • Toxikokinetik • Metabolismus • Kanzerogenese • Schädigungsmechanismen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Rechtskunde für Chemiker (V) b) Toxikologie für Chemiker (V)				1 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Rechtskunde für Chemiker	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	b) Toxikologie für Chemiker	1,5	14	21	10
	Gesamtaufwand	1,5	14	21	10
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie Advanced Laboratory Course in Physical Chemistry				
Modulnummer/-kürzel	CHE 019				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module CHE 001-CHE 003, CHE 070 A, CHE 070 MA und CHE 013 Empfohlen: Module CHE 071, CHE 072				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Kathrin Hoppe				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Ziele des Praktikums sind der Erwerb von Kenntnissen moderner Techniken und Verfahren der Physikalischen Chemie und der Gewinn von ersten Einblicken in aktuelle Forschungskonzepte.</p> <p>Nach kurzer Einführung können die Studierenden komplexere Messgeräte selbst verwenden und ihre grundlegenden Funktionen erklären. Sie erstellen Protokolle unter der Verwendung chemiespezifischer Software zur Auswertung der Messdaten. Sie sind in der Lage Literaturrecherchen durchzuführen und die erlernten theoretischen Konzepte mit experimentellen Ergebnissen zu vergleichen und so Erklärungen für Beobachtungen zu finden. Die Studierenden wählen für eine wissenschaftliche Fragestellung eine passende Messmethode aus. Sie konzipieren und halten einen wissenschaftlichen Vortrag. Die Studierenden planen und koordinieren ihre Arbeit in einem Team.</p>				
Inhalt	<p>Konzepte der modernen Physikalischen Chemie aus den Bereichen der Spektroskopie, Elektrochemie, Magnetochemie, Mikroskopie, Röntgenmethoden, Nanochemie und der Polymere:</p> <p>Blitzlichtphotolyse, Inverse Voltammetrie, Zweiatomige IR- Spektroskopie, Halbleiternanokristalle, Kolloidale Polymersphären, Magnetische Nanopartikel, Konfokale Lasermikroskopie, Kohlenstoffnanoröhren, Raman Spektroskopie, Photonische Kristalle.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie / Advanced Laboratory Course in Physical Chemistry (P) b) Seminar zum Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie / Advanced Seminar in Physical Chemistry (S)				5 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie b) Seminar zum Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie	LP 4,5 1,5	P (Std) 28 22	S (Std) 81 20	PV (Std) 26 3

	Gesamtaufwand	6	50	101	29
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle) und Seminarabschluss (Testat des Seminarvortrags). Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet). Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Integriertes Synthesepraktikum in Anorganischer und Organischer Chemie	
Modulnummer/-kürzel	CHE 020	
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module CHE 001 bis 006, 009, 010, 012 und 014 Empfohlen: Keine	
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Jacobi von Wangelin, Prof. Dr. C. B. W. Stark	
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch	
Qualifikationsziele	<p>Auf der Basis der allgemeinen theoretischen Grundlagen der Molekül-, Festkörper- und Naturstoff-Chemie sind die Studierenden in der Lage, die Herstellung komplexer, funktionalisierter und reaktiver Moleküle eigenständig zu planen, durchzuführen und die erzielten Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten. Sie können die praktische Durchführung, Reaktionsmechanismen und Stoffcharakterisierungen von modernen Synthesemethoden der Literatur verstehen und präsentieren sowie auf eigene praktische Probleme im Labormaßstab anwenden.</p> <p>Die Studierenden haben wichtige Schlüsselqualifikationen (Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Arbeitssicherheit und Zeitmanagement, Fehlerdiskussion, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemiespezifischer Software, Beherrschung der Literaturrecherche) in Verbindung mit Fachwissen vertieft und teilweise neu erworben.</p>	
Inhalt	<p>Synthesen anspruchsvoller Präparate im Grenzbereich zwischen Anorganischer und Organischer Chemie u.a. unter Nutzung der Katalyse und stereoselektiven Synthese. Anwendung der Inertgas- und Schlenktechnik, Arbeiten in der Handschuh-Box, Arbeiten mit gefahrgeneigten, reaktiven Verbindungen, sichere Handhabung moderner Synthese- und Analyseapparaturen, Arbeiten unter speziellen Reaktionsbedingungen (Hitze, Kälte, Luftausschluss, Hochdruck, Gase, Mikromaßstab, Licht), Verständnis und sicherer Umgang mit Methoden der Charakterisierung von Verbindungen wie Chromatographie, Spektroskopie (u.a. NMR), Elementanalytik. Präsentation von modernen Synthesemethoden und den theoretischen Grundlagen von Struktur und Reaktivität im Rahmen eines Kurzvortrags mit Diskussion, Dokumentation von Sicherheitsaspekten, Chemikaliendaten, Arbeitsschritten und Gerätenutzung, Führen eines Laborjournals mit Hinweisen auf Sicherheits- und Entsorgungsaspekte, Anfertigung von wissenschaftlichen Protokollen zu den präparativen und analytischen Experimenten.</p>	
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Integriertes Synthesepraktikum in Anorg. und Org. Chemie (P) b) Seminar zum IS-Praktikum (S)	9 SWS 1 SWS

	c) Vortragsseminar (S)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Integr. Synthesepraktikum AC/OC	9	180	45	45
	b) Seminar zum IS-Praktikum	1	15	15	
	c) Vortragsseminar	2	30	15	15
	Gesamtaufwand	12	225	75	60
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Vor Beginn der praktischen Arbeiten werden grundlegende Kenntnisse zum sicheren Arbeiten sowie zur Durchführung der Synthesen überprüft (Eingangstestat). Die Modulprüfung besteht aus drei Teilprüfungen.</p> <p>Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: Keine.</p> <p>Art der 1. Modulteilprüfung: Seminarvortrag (benotet, 20%)</p> <p>Voraussetzungen zu den Modulteilprüfungen 2 und 3: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle) und erfolgreicher Seminarabschluss inkl. Teilnahme am Seminar zur „Guten Wissenschaftlichen Praxis“ (GWP).</p> <p>Art der Modulprüfungen 2 und 3: Mündliche Prüfungen in Anorganischer Chemie (40%, benotet) und Organischer Chemie 40%, benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Bachelorarbeit				
Modulnummer/-kürzel	CHE 024				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer folgende Pflichtmodule erfolgreich abgeschlossen hat: CHE 001 A, CHE 001 B, CHE 002, CHE 003, CHE 004, CHE 005 CHE 006, CHE 007, CHE 008, CHE 009, CHE 010, CHE 012, CHE 013, CHE 014. Von den Pflichtmodulen CHE 011, CHE 015, CHE 016, CHE 017 und CHE 018 kann ein Modul noch unvollständig sein. Die Bachelorarbeit kann nicht in dem Bereich durchgeführt werden, in dem ein Pflichtmodul noch nicht erfolgreich abgeschlossen ist.</p> <p>Empfohlen: Module CHE 019, 020 oder 021-023, abhängig von dem Fach, in dem die Bachelorarbeit angefertigt werden soll.</p>				
Modulverantwortliche(r)	s. Gutachterliste für Bachelorarbeiten im Studiengang B.Sc. Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden haben unter Anleitung die Fähigkeit zur selbstständigen wissenschaftlichen Bearbeitung eines definierten Themas aus einem Teilgebiet der Chemie in Theorie und/oder Praxis erlernt. Sie kennen die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis sowie wichtige Veröffentlichungen und Theorien des bearbeiteten Spezialgebietes und wenden dieses Wissen gezielt an. Sie können Konzepte zur zielgerichteten Bearbeitung der Aufgabe entwickeln und diese durch Anwendung erlernter wissenschaftlicher Methoden und Literaturrecherche selbstständig umsetzen. Sie werten Ergebnisse aus und können diese kritisch interpretieren und bewerten. Ihre Methodenkompetenz umfasst außerdem die Erstellung eines wissenschaftlichen Berichtes und dessen mündliche Präsentation mit anschließender Diskussion der Arbeit.</p>				
Inhalt	<p>Vertiefte Bearbeitung eines aktuellen oder grundlegenden chemischen Themas in einer Arbeitsgruppe mit Aufstellung eines Arbeitsplans, Literaturrecherche (in der Bibliothek und im Internet), Erlernen der fachspezifischen Methodik, Dokumentation und Auswertung der Daten, Bewertung der Ergebnisse, gegebenenfalls kritische Diskussion im Vergleich zu wissenschaftlichen Publikationen und Vorträgen, Anfertigung einer Bachelorarbeit im Einklang mit den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis, mündliche Präsentation der Arbeit mit anschließender Diskussion.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen					
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Bachelorarbeit + Kolloquium	12			
	Gesamtaufwand	12			

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Bachelorarbeit (benotet, 11/12) und Kolloquium, (benotet, 1/12) Prüfungssprache: siehe Angaben zu <i>Sprache</i>
Dauer	Die maximale Dauer der Bachelorarbeit beträgt drei Monate ab Anmeldung.
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

Modulbeschreibungen: Wahlpflichtmodule

Modultitel	Biochemie Biochemistry	
Modulnummer/-kürzel	CHE 021	
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul CHE 008	
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Kolbe, Prof. Dr. W. Brune, Dr. P. Ziegelmüller	
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch	
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die allgemeinen Bausteine der Biochemie wie Proteine und Nucleinsäuren in Struktur und Funktion sowie zelluläre Vorgänge. Außerdem können sie moderne Methoden der Proteinanalytik und der Molekularbiologie erklären und bei praktischen Fragestellungen anwenden und Ergebnisse interpretieren.	
Inhalt	In der Vorlesung Biochemie werden Aufbau, Struktur und katalytische Mechanismen von Proteinen dargestellt, sowie der Metabolismus von Kohlenhydraten, Fetten, Aminosäuren und Nucleotiden behandelt. Ausgewählte Proteine (Hämoglobin, Membranpumpen und Kanäle) werden bezüglich ihrer Struktur und Funktion detailliert behandelt. Die zelluläre Koordination wird an Beispielen wie Proteintargeting und -Abbau, Glykosylierung, Signaltransduktion und die molekulare Physiologie an Beispielen wie Muskelaufbau, Immunsystem und Sensorische Systeme (Gehör, Geruch, Geschmack) dargestellt. Außerdem werden Aufbau und Struktur von Nucleinsäuren, Replikation, Transkription und Translation, Rekombinante DNA-Technologien und Regulation der Genexpression behandelt. In der Vorlesung Biochemische Analytik werden moderne Methoden zur Proteinreinigung und Analytik, rekombinante DNA-Technologien und Expressionssysteme vorgestellt. Im Praktikum werden moderne Methoden der Proteinreinigung und Analytik (SDS-PAGE, Western-Blot, ELISA) sowie der Molekularbiologie (PCR, Southern-Blot, Klonierung, Mutagenese) praktisch angewendet.	
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biochemie / Biochemistry (V) b) Biochemische Analytik / Biochemical analytics (V) c) Biochemisches Praktikum / Biochemical practical (P) Das Praktikum wird während der Vorlesungszeit oder als Block in der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Es kann im Sommer- oder Wintersemester durchgeführt werden. Es findet an 18 Tagen zu je 6 Stunden statt.	2 SWS 2 SWS 6 SWS

Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Biochemie (V)	3	28	42	20
	b) Biochemische Analytik (V)	3	28	42	20
	c) Biochemisches Praktikum (P)	6	108	34	38
	Gesamtaufwand	12	164	118	78
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die Modulprüfung besteht aus zwei Teilprüfungen.</p> <p>Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: Keine.</p> <p>Art der 1. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50%)</p> <p>Voraussetzungen zur 2. Modulteilprüfung: Praktikumsabschluss (Testate auf vier Protokolle und zwei mündliche Zwischenprüfungen).</p> <p>Art der 2. Modulteilprüfung: Mündliche Prüfung (benotet, 50%)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	1 bis 2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester: Vorlesung und Übungen. Das Praktikum kann im Sommersemester oder im Wintersemester durchgeführt werden.				
Literatur	<p>Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag</p> <p>Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag</p> <p>Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH</p> <p>Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag</p>				

Modultitel	Makromolekulare Chemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 022				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 007, CHE 005, CHE 009, CHE 002, CHE 004				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. Luinstra				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen weiterführende Inhalte der Makromolekularen Chemie und können dieses Wissen bei Fragestellungen zur Synthese und Eigenschaften bzw. der Verarbeitung von Polymeren anwenden. Die Studierenden sind in der Lage Gelerntes praktisch umzusetzen und dabei praktische Problemstellungen in der Makromolekularen Forschung zu untersuchen.				
Inhalte	<p>Es werden die erweiterten Grundlagen der Makromolekularen Chemie vermittelt, mit Schwerpunkten einerseits auf der Synthese von Polymeren (Reaktionsführung, Kinetik, Molmassenverteilung) und andererseits auf der Charakterisierung in Lösung (Knäueldimensionen, Thermodynamik) und in der festen Phase/Schmelze (rheologisch, thermisch, mechanisch). Diverse Polyreaktionen und die jeweiligen Mechanismen werden behandelt, und die Konzepte der Viskoelastizität vertieft. Hierbei werden Polymere, die z.B. in Form von Folien, Fasern, Lacken und Klebstoffen im Alltag Verwendung finden, und funktionale Polymere, wie sie z.B. in der Medizin verwendet werden, exemplarisch beleuchtet. Im Praktikum werden Polymere hergestellt, gereinigt und charakterisiert.</p> <p>Stichworte: Struktur und Reaktivität von Monomeren, Polymerisationsarten, Strukturprinzipien von Polymermaterialien, Form und Beweglichkeit der Moleküle, Bestimmung der chemischen Struktur, Charakterisierung des Makromoleküls, Bestimmung der Molmassen- und Teilchengrößenverteilung, Mechanik von Polymeren.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Makromolekulare Chemie (V)			3 SWS	
	b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü)			1 SWS	
	c) Makromolekular-chemisches Praktikum (P).			6 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Makromolekulare Chemie	4,5	42	63	30
	b) Übungen Makromolekulare Chemie	1,5	14	21	10
	c) Makromolekular -chem. Praktikum	6	96	50	34
	Gesamtaufwand	12	152	134	74
Voraussetzungen für	Die Modulprüfung besteht aus zwei Teilprüfungen.				

Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: keine Art der 1. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50 %) Voraussetzungen zur 2. Modulteilprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle). Art der 2. Modulteilprüfung: Mündliche Prüfung (benotet, 50 %) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 – 2 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur:	R.J. Young, P.A. Lovell „Introduction to Polymers“

Modultitel	Technische Chemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 023				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 007 (Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie)				
Modulverantwortliche(r)	Dr. W. Pauer				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die besprochenen Themenfelder der Technischen Chemie darzustellen. Weiterhin können die besprochenen Themenfelder klassifiziert und auf unbekannte Sachverhalte angewendet werden. Unbekannte Fragestellungen können analysiert und beurteilt werden sowie selbständig Lösungen dazu erarbeitet und evaluiert werden.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Gelerntes praktisch anzuwenden. Anhand vorgegebener Fragestellungen werden Experimente selbstständig im zweier Team durchgeführt und eigenständig analysiert. Eigenständige Lösungen werden gefunden und schriftlich dokumentiert, beurteilt und diskutiert.</p>				
Inhalte	<p>Stoff- und Wärmetransport sowie Verweilzeitverhalten von Reaktoren und deren Einfluss auf das Produktspektrum einer Reaktion, Dimensionsanalyse und Maßstabsvergrößerung, Auslegung technischer Apparate, technische Katalyse, experimentelle Charakterisierung chemischer Reaktoren und praktische Lösung reaktionstechnischer Probleme, Analyse und Modellierung chemischer Reaktionen, statistische Versuchsplanung, Vermittlung weiterer und vertiefender Kenntnisse zu thermischen und mechanischen Grundoperationen. Chemische Prozesse und Verfahrensentwicklung in ausgewählten Beispielen.</p> <p>Praktikum: Praktische Durchführung von technisch-chemischen Grundoperationen, experimentelle Charakterisierung chemischer Reaktoren und praktische Lösung reaktionstechnischer Probleme: Grundoperationen, Wärme- und Stofftransport, dimensionslose Kennzahlen, Strömung in Rohren, Technische Reaktionsführung, ideale und reale Reaktoren, Anwendung der Reaktorkonzepte</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	d) Technische Chemie (V)			3 SWS	
	e) Übungen zur Technischen Chemie (Ü)			1 SWS	
	f) Technisch-chemisches Praktikum (P).			6 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	d) Technische Chemie	LP 4,5 1,5	P (Std) 42	S (Std) 63	PV (Std) 30

	e) Übungen zur Technischen Chemie	6	14	21	10
	f) Technisch-chemisches Praktikum		96	50	34
	Gesamtaufwand	12	152	134	74
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die Modulprüfung besteht aus zwei Teilprüfungen.</p> <p>Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: keine</p> <p>Art der 1. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50 %)</p> <p>Voraussetzungen zur 2. Modulteilprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle).</p> <p>Art der 2. Modulteilprüfung: Mündliche Prüfung mit Referat (benotet, 50 %)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	<p>1 – 2 Semester</p> <p>Das Praktikum wird während der Vorlesungszeit oder als Block in der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Es kann im Sommer- oder Wintersemester durchgeführt werden.</p>				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	<p>A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, A. J. Vorholt; „Einführung in die Technische Chemie“ (auch als e-book in der Stabi)</p> <p>Grassmann, Widmer, Sinn; „Einführung in die thermische Verfahrenstechnik“</p> <p>E. Müller-Erlwein: „Chemische Reaktionstechnik“</p> <p>Patat, K. Kirchner: „Praktikum der technischen Chemie“ Berlin: De Gruyter, 1986.</p> <p>Versuchsskripte</p>				

Modultitel	Computerchemie
Modulnummer/-kürzel	CHE 026
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Module CHE 001-004, CHE 006, CHE 015 (begleitend im 5. Semester)
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. G. Bester, Prof. Dr. C. Herrmann
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen chemischer Simulationen und datenbasierter Methoden in der Chemie zu erklären und zu diskutieren, sie zur Lösung konkreter chemischer Fragestellungen anzuwenden, sowie problemspezifisch geeignete Modellparameter und Näherungen auszuwählen. Sie sind ferner in der Lage, verschiedene Näherungen in chemischen Simulationen zu vergleichen und zu bewerten. Sie sind außerdem fähig, mithilfe einer modernen Skriptsprache wie Python Berechnungen zu automatisieren und Programmpakete zum Beispiel im Bereich des maschinellen Lernens anzuwenden und an die problemspezifischen Bedürfnisse anzupassen, sowie mit moderner Modellierungs-Software umzugehen.
Inhalte	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen von Kraftfeldmethoden, Anwendungsbeispiele (z.B. nichtbindende Wechselwirkungen, Moleküle in Lösungen) - Molekulardynamik-Simulationen, gemittelte Moleküleigenschaften - Statistische Fehleranalyse - Molekülstrukturoptimierung mit ausgewählten Anwendungen, z.B. für die Übergangszustandssuche und Berechnung von Reaktionsprofilen - Thermodynamische Korrekturen zu Molekül-Berechnungen (Bedeutung der Entropie), Übergangszustandstheorie - Theoretische Grundlagen ausgewählter Machine-Learning-Algorithmen wie Gaussian Process Regression - Vergleich ausgewählter Deskriptoren für das maschinelle Lernen in der Chemie - Dimensionsreduktion und Clustering-Algorithmen in der Chemie - Dichtefunktionaltheorie - Elektronenkorrelation und Dissoziationskurven - Chemische Bindung im Festkörper und an Oberflächen - Bandstrukturen und Zustandsdichten

	<ul style="list-style-type: none"> - Berechnung von IR-Schwingungsspektren <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendung problemspezifischer Software, zum Beispiel Python, Quantenchemieprogramme - Forschungsorientiertes Projekt zur Berechnung der Eigenschaften von Molekülen und nanoskopischen Strukturen, zum Beispiel optische Eigenschaften, Einzelmolekül-Leitwerten, magnetischer Eigenschaften - Auswirkungen von Näherungen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Molekulardynamik und maschinelles Lernen (V+Ü)		2 SWS		
	b) Dichtefunktionaltheorie und chemische Bindung (V+Ü)		2 SWS		
	c) Computerchemisches Praktikum (P)		6 SWS		
	Das Praktikum wird als Block in der vorlesungsfreien Zeit angeboten (15 Tage zu je 6 Stunden).				
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Molekulardynamik	3	28	42	20
	b) Dichtefunktionaltheorie	3	28	42	20
	c) Computerchemisches Praktikum	6	90	60	30
	Gesamtaufwand	12	146	144	70
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Die Modulprüfung besteht aus zwei Teilprüfungen. Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: Keine. Art der 1. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50 %) Voraussetzungen zur 2. Modulteilprüfung: Praktikumsabschluss Art der 2. Modulteilprüfung: Mündliche Prüfung (benotet, 50 %) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1-2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Vorlesung: Jährlich im Sommersemester. Praktikum: In der vorlesungsfreien Zeit.				
Literatur	Frank Jensen, Introduction to Computational Chemistry, Wiley VCH, Weinheim, 3. Auflage 2017 Jens Reinhold, Quantentheorie der Moleküle, Springer Spektrum, Wiesbaden, 5. Auflage 2015 Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili, Machine Learning mit Python, MITP-Verlags-GmbH, Frechen, 2. Auflage 2018 Kevin P. Murphy, Machine Learning – A Probabilistic Perspective, MIT Press, Cambridge MA, 2012				

Modultitel	Analytische Chemie
Modulnummer/-kürzel	CHE 027
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen zur Allgemeinen und Anorganischen Chemie
Modulverantwortliche(r)	Dr. D. Eifler
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis der Analytischen Chemie, kennen wichtige analytische Arbeitsweisen und Methoden und können die grundlegenden Funktionsweisen ausgewählter Analyseprinzipien beschreiben.</p> <p>Sie können analytische Fragestellungen aus Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft mit der problemorientierten Auswahl geeigneter Verfahren und Methoden in Zusammenhängen reflektieren und selbstständig angehen. Sie sind sich einer oft vorhandenen Interdisziplinarität bewusst und verstehen den Analytischen Prozess im Sinne einer zielorientierten Gesamtbetrachtung.</p> <p>Die Studierenden sind sich der Bedeutung der Analytik und der auf ihrer Basis erfolgenden Entscheidungen im Kontext bewusst und können ihr analytisches Handeln auch bezüglich der Wahl von geeigneten qualitätssichernden Maßnahmen entsprechend planen und absichern.</p> <p>Die Studierenden verfügen über statistisches Wissen und können statistische Methoden bei der Konzeption und Bewertung analytischer Untersuchungsmethoden anwenden.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Versuche, Auswertungen und Kurzvorträge aus den Bereichen qualitative und quantitative (instrumentelle) Analyse in verschiedenen (Umwelt-) Matrices, eingebettet in einen Gesamt-Zusammenhang aus der Praxis • Umgang mit gesetzlichen und analytischen Regelwerken (z.B. AbwV, LAGA, DepV, DIN, LAWA-AQS) z.B. bei der Deklarationsanalyse. Kontext, Fragestellung, Ziel-Klärung • Strategie und Probennahme, Repräsentativität, Konzentrationen und Frachten, Vor-Ort-Analytik, Homogenisierung, Teilung und Konservierung, Probenvorbereitung, Aufschluss- und Extraktions-Verfahren, Methoden der Chromatographie, Spektrometrie, Elementaranalyse • Matrixeffekte, Reproduzierbarkeit, Plausibilitätsprüfung, Validierung, Nutzung eindeutiger Begriffe, Analytische Qualitätssicherung, Auswertung, Analysenbericht, GWP und GLP, Qualitäts-Management • Grenz-/ Erwartungswerte, Messunsicherheit, Bewertung, Kommunikation und Rückkopplung bezüglich der Fragestellung; Arbeitsorganisation im analytischen Labor (z.B. LIMS und Lean-Management)

	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Methoden: Enzymatische und Immunochemische Analyse; AAS und AES; RFA und TRFA; Neutronenaktivierungs-Analyse, Tracer- und Isotopenverdünnungs-Analyse; GC und LC, Elektrophoretische Trennmethode; UV/VIS-, Infrarot-, Raman- und NMR-Spektrometrie; Massenspektrometrie; Gekoppelte Systeme mit Element- und molekulspezifischer Detektion; Bildgebende Verfahren • Grundlagen der Statistik, Variablentypen, Skalenniveaus, Population, Stichprobe; Deskriptive Statistik, graphische Darstellungen, Lage- und Streumaße; Zufallsvariablen, Verteilungsfunktionen; Induktive Statistik, Wahrscheinlichkeiten; Parameterschätzung, Konfidenzintervalle; statistische Tests (z.B. Ausreißertests, Signifikanztests, Varianzanalyse) • Korrelations- und Regressionsanalyse, Kalibrierung; Kenngrößen analytischer Verfahren (z.B. Bestimmungs- und Nachweisgrenze, Arbeitsbereich, Wiederfindungsrate); Fehlerbetrachtung, Validierung, Ringversuche 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Der Analytische Prozess (AnaPro) (P, E)				2 SWS
	b) Seminar zum Praktikum AnaPro (S)				2 SWS
	c) Überblick der Analytischen Chemie (V)				2 SWS
	d) Statistik und Chemometrie (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Der Analytische Prozess (P, E)	3	60	20	10
	b) Seminar zum Praktikum AnaPro (S)	3	28	42	20
	c) Überblick der Analytischen Chemie (V)	3	28	42	20
	d) Statistik und Chemometrie (V)	3	28	28	34
	Gesamtaufwand	12	144	132	84
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet, 50 %); 2 Teilklausuren (benotet, je 25%)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				